



日亚 131/170 系列 LED 的机械安装

目录

1. 前言	2
2. 适用产品	2
3. 部材 (LED) 的准备	2
4. 锡膏印刷	4
5. LED 的安装	7
6. 回流焊	13
7. 贴片安装试验	15
8. 检查	16
9. 安装后的注意点	17
10. 最后	17

本应用指南中记载的型号 NCSx131x、NC2x131x、NCSx170x、NC2x170x 和 NJSx170x 是日亚产品的型号名，和有（或可能有）商标权的其他公司产品不同（不类似）、也没有任何关联。

日本日亚化学工业株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

491 Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, TOKUSHIMA 774-8601, JAPAN

Phone: +81-884-22-2311 Fax: +81-884-21-0148

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

1. 前言

日本日亚化学工业株式会社（以下简称为“日亚”）生产的表面贴装型 LED 可以使用机械安装，但是如果安装条件和操作方法不当，可能引起安装不良、LED 故障等。

本应用指南将对日亚 131/170 系列产品在机械安装中的注意事项进行介绍。

2. 适用产品

本应用指南适用于以下表 1 中的日亚产品。

表 1. 适用产品

系列	日亚 131 系列*		日亚 170 系列*		
型号	NCSx131x	NC2x131x	NCSx170x	NC2x170x	NJSx170x
外观例					
	NCSW131G	NC2W131F	NCSW170G	NC2W170G	NJSW170F
尺寸(mm)	1.8×1.45×0.75	3.0×1.6×0.75	1.8×1.45×0.75	3.0×1.6×0.75	1.6×1.2×0.75

*日亚 131 系列和日亚 170 系列的背面电极形状不同。

※表中的“x”是一个符号，代表同类型 LED。

（例：NCSx170x 代表 NCSW170D、NCSW170F、NCSY170F、NCSA170G、NCSW170G、NCSW170G-SA 等）

3. 部材 (LED) 的准备



3.1. LED 卷盘和编带的尺寸

日亚产品包装用卷盘和编带如图 1 所示（例：NC2x170x）。关于详细的卷盘和编带的尺寸，请参考各型号的规格书中的内容。

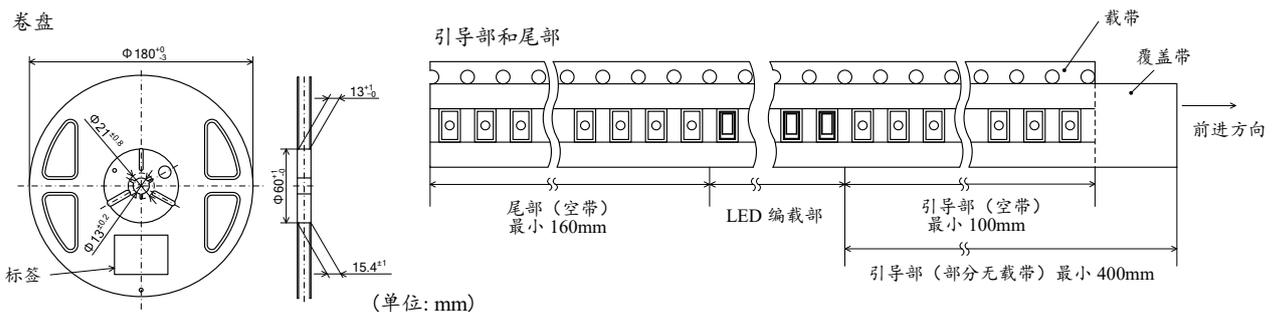


图 1. 卷盘和编带（例：NC2x170x 规格书摘抄）

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

3.2. 日亚产品的防潮措施

日亚出货时会将 LED 卷带包装在如图 2 的铝制防潮袋中。如果 LED 封装吸收了水分，在焊接受热时水分发生气化、膨胀，可能导致部材间的界面剥离并引起光学特性劣化（如图 3 所示）。因此为了尽量减少 LED 受潮实施了防潮包装。

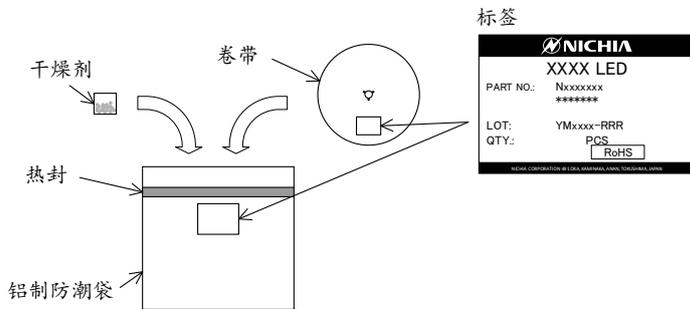


图 2. 铝制防潮袋

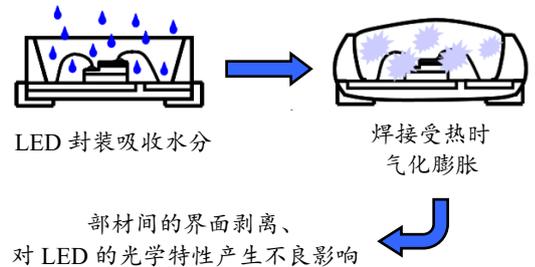


图 3. LED 的受潮和气化膨胀示意图

3.3. 客户处的 LED 的保管

铝制防潮袋打开前后的保管条件如表 2 所示。

表 2. 保管条件

保管条件	温度	湿度	保管期限	
打开铝制防潮产品袋前	30°C以下	90%RH 以下	交货后的 1 年之内	
打开铝制防潮产品袋后	30°C以下	70%RH 以下	MSL2	1 年之内
			MSL3	168 小时内

打开铝制防潮袋后的保管期限根据装入产品的 MSL (Moisture Sensitivity Level) ^{※1}有所不同。请在确认各型号规格书的相关内容后在规定的保管期限内完成焊接。

如果 LED 在打开后未全部使用而有剩余，应将其保管在装有硅胶干燥剂的密闭容器中。最好重新密封在日亚的铝制防潮袋中。

对于保管期限为 168 小时内的产品 (MSL3)，如果超过保管期限，可以在 65±5°C 的条件下进行 24 小时以上的烘烤。另外即使在保管期限内，如果硅胶干燥剂的蓝色消失（如图 4 所示）也同样应该对其烘烤。但是请注意烘烤只能进行 1 次。



(A) 出货包装时

(B) 30°C、70%RH 放置 168 小时后

图 4. 硅胶干燥剂外观

随着吸湿量的增加，蓝色颗粒变红。

※1 关于 MSL (湿敏等级) 的详细内容请参考标准 IPC/JEDEC STD-020。

另外在进行烘烤处理时必须将 LED 卷带从保管容器（铝制防潮袋等）中取出（如图 5 所示）。



图 5. 烘烤处理的状态例

请注意：在高温（70°C以上）下长期保管，可能使 LED 的树脂部位和覆盖带相粘连，导致安装时吸取异常，还可能引起载带的变形。

在保管时必须避免让卷带受到外力，否则可能使载带发生变形。例如将卷带过度抽真空密封或者堆叠重物都可能引起载带变形。而载带变形会使口袋内的 LED 发生倾斜，导致 LED 破损或安装时吸取异常。（如图 6 所示）

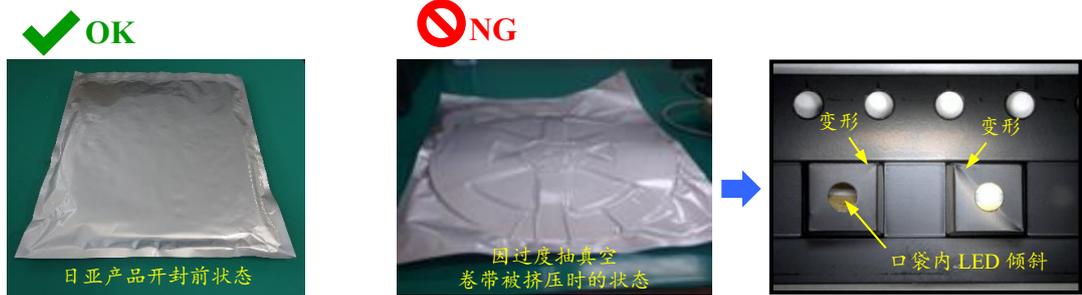


图 6. 过度抽真空导致的载带变形

4. 锡膏印刷



如果锡膏的量和形状不适当，就不能得到稳定的 LED 特性。因此在锡膏印刷中，需要设计适当的电路板焊盘和网版开口方案，还需要进行锡膏的预处理，以及调整印刷条件。

4.1. 准备搅拌均匀的锡膏

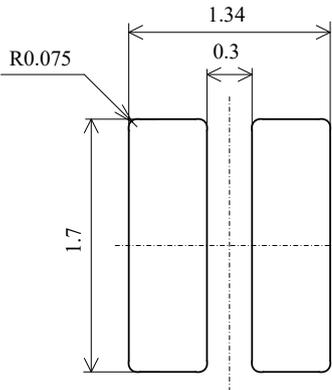
通常在冰箱中保管的锡膏不能直接使用，必须在使用前对其进行充分搅拌。搅拌是为了让锡膏成分的助焊剂和金属粉末恢复到冰箱保管前均匀混合的状态，否则很难使锡膏具有良好的印刷滚动性，也不能保证印刷后的锡膏量和形状稳定。

从冰箱中取出锡膏后，不能立即打开容器，因为可能因结露使锡膏受潮。在使用锡膏之前，应该将其放置在常温下 60 分钟，等待锡膏温度恢复到常温后再进行搅拌。另外必须注意避免搅拌时间太长，否则会导致锡膏温度上升，使助焊剂发生劣化。部分锡膏只需要搅拌 1 分钟，所以最好按照锡膏厂商的推荐设置搅拌时间。如果在搅拌后感觉容器升温，应该适当缩短搅拌时间。

4.2. 适当的电路板焊盘和网版开口方案

日亚推荐的电路板焊盘和网版开口方案可以参照各型号的规格书的内容。型号 NCSx170x 的电路板焊盘和网版开口推荐条件如图 7 所示。

● 焊盘设计方案推荐



● 网版开口设计方案推荐

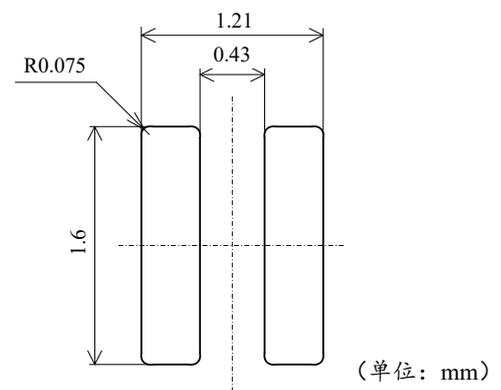


图 7. 电路板焊盘和网版开口推荐 (例: NCSx170x 规格书摘抄)

4.3. 调整印刷条件

为了让印刷的锡膏量和形状适当，需要调整刮刀、网版离版的条件。其中刮刀的速度、压力和角度会影响网版开口部的锡膏填充量、填充状态。而离版的速度、距离会影响开口部的锡膏形状的稳定。优化这些条件还需要考虑网版的厚度、开口设计、开口部壁面粗糙度等因素。

另外为了防止锡桥等印刷不良，保持良好的印刷状态，应该对网版清洗的方法、条件和频率进行调整。

图 8 和图 9 仅是部分印刷条件下的锡膏形状，可以调整印刷条件以稳定地印刷适当的锡膏形状。另外最好在印刷后进行外观检查，以确认印刷的锡膏状态是否适当。

长时间的连续印刷可能导致锡膏的粘度增加，发生网版开口堵塞、离版不良等印刷不良。因此在长时间的连续印刷中，应该随时对网版开口的锡膏堵塞情况和锡膏粘度进行确认。

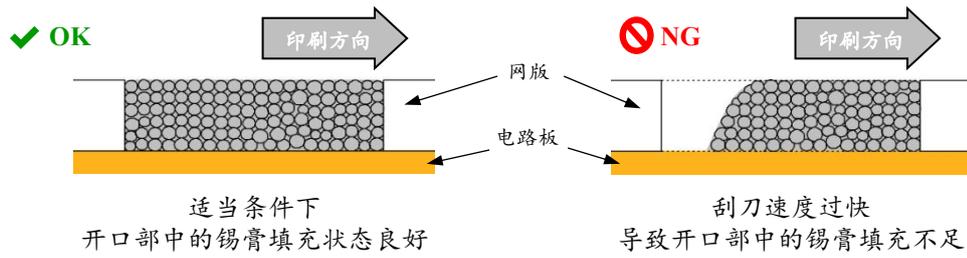


图 8. 刮刀速度和网版开口部的锡膏填充状态

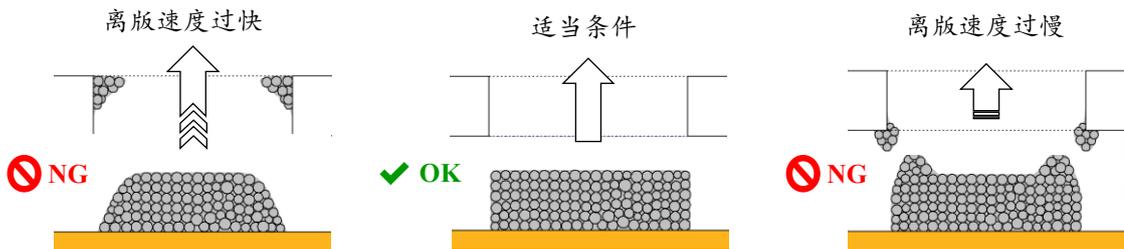


图 9. 网版的离版速度和锡膏形状

4.4. 印刷不良导致的 LED 故障

网版开口堵塞、离版不良等可能使印刷的锡膏量过少。如果锡膏量过少，可能因为散热不足使 LED 的 T_j 上升过大，造成光通量下降等不良。另外也可能使电路板和 LED 之间不能导通，导致不亮（开路），甚至造成 LED 从电路板脱落。锡膏不足引起的不良例如图 10 所示。



图 10. 锡膏不足引起的不良例

日亚对锡膏量过少对散热的影响情况进行了以下调查。结果如图 12 所示，锡膏量越少热阻($R_{\theta JA}$)越大， T_j 越高。

- 试验品： NC2W170D 类似型号品
- 试验方法： 使用胶带限制锡膏印刷位置，对不同锡膏面积（占焊盘 25%~100%）下的 $R_{\theta JA}$ 和 T_j 进行测量。（如图 11 所示）
- 电路板： 铝基电路板 $t=1.5\text{mm}$ 、铜箔 $t=105\mu\text{m}$
- 输入功率： 6W

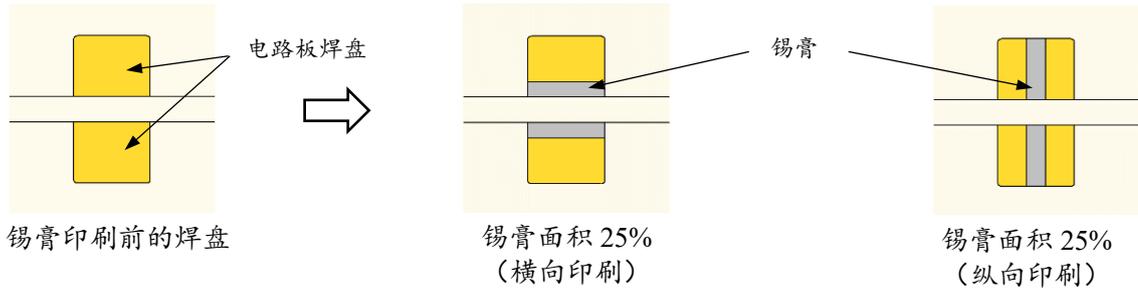


图 11. 试验品的锡膏印刷方法例

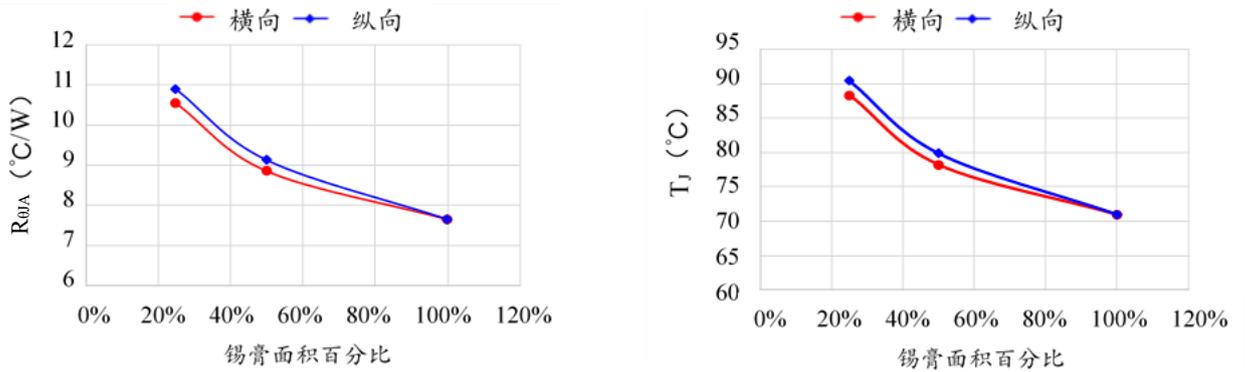


图 12. 不同锡膏面积下的 R_{0JA} 和 T_j (实测值)

为确保稳定地印刷适量的锡膏,应该实施印刷后的外观检查和安装后的 X 线检查等确认锡膏量。

5. LED 的安装



如果贴片机的设定和条件不适当,可能导致 LED 抛料、覆盖带上 LED 粘连、吸取和贴放异常、贴片错位、LED 破损等问题。在下文中敝公司将将对贴片机安装时的注意事项以及发生吸取/贴放异常时的对应方法进行介绍。

5.1. 日亚推荐吸嘴

LED 的发光面如果受到过大外力可能发生破损,对产品性能和可靠性造成不良影响,因此为了避免贴片安装中吸嘴对发光面造成过大的外力,最好使用日亚推荐的专用吸嘴(如图 13 所示)。另外如果吸嘴头部有毛刺、缺损或附着物等,也可能对发光面造成破损或使发光面受到污染,因此应该在贴片安装前对吸嘴头部是否洁净进行确认。

- 真空吸力 $\leq 8 \text{ N/cm}^2$ ($\leq 0.8 \text{ kgf/cm}^2$)
- 贴片压力 $\leq 3.5 \text{ N/mm}^2$ ※1 粒 LED 的最大负重: 5N

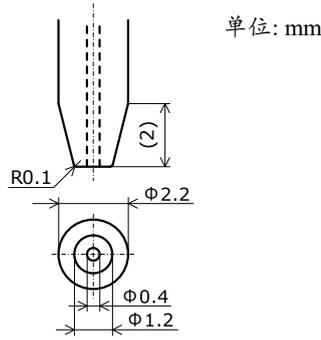


图 13. 日亚推荐吸嘴

5.2. 吸嘴的吸取位置

在设定吸嘴的吸取位置时，请将吸嘴中心设置为发光面的中心（如图 14 所示）。如果以发光面边缘为中心进行吸取，可能会导致发光面破损。

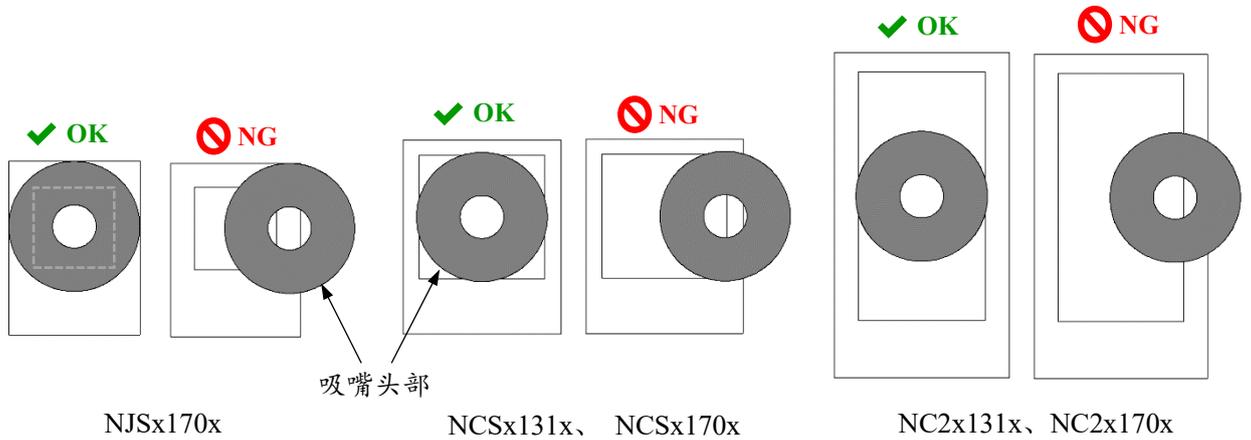


图 14. 吸嘴吸取位置

5.3. 吸嘴的吸取高度

日亚推荐将吸取高度设置为吸嘴接触到 LED 表面的位置。请参考各型号规格书中 LED 的尺寸和载带尺寸对吸取高度进行设置。对于本应用指南中指定的型号品，日亚推荐的吸取高度是载带表面向下深入 0.2mm 的位置（如图 15 所示）。

如果使用的贴片安装机吸取不稳定，应该调节吸取高度直到吸取平稳为止。

如果吸嘴的吸取高度过高会使 LED 和吸嘴之间的间隙变大，造成吸力不足而无法吸起 LED 或斜向吸取 LED 等引起吸取异常。而如果吸取高度过低，可能因载带变形或振动引起吸取异常。

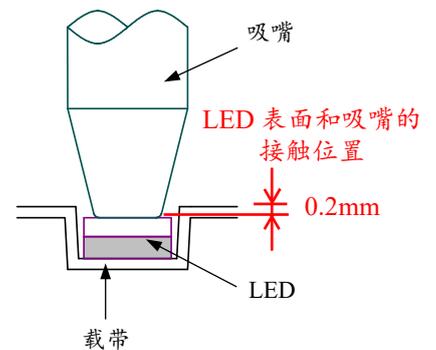


图 15. 推荐吸取高度

5.4. 编带送料器的种类

编带送料器通常分为气动式和电动式。气动式送料器因为在传送中会停顿，而停顿时的振动容易导致 LED 在载带口袋内发生倾斜和翻转。而电动式送料器是在一定速度下传送，不会停顿，所以可以稳定吸取。因此日亚建议使用电动式送料器，以减少吸取不良（如图 16 所示）。

另外放慢送料器的送料速度可以减轻传送的振动，所以在发生吸取异常时可以尝试调节送料速度来减轻振动。



图 16. 送料器

5.5. 覆盖带的打开位置和吸取位置

如果在吸取前较早打开覆盖带，LED 上方会出现空余空间，在到达吸取位置前 LED 会在载带口袋内发生振动、翻转，并且还可能会和送料器上盖接触，导致 LED 发光面破损。因此日亚推荐到吸取时才打开覆盖带（如图 17 所示）。

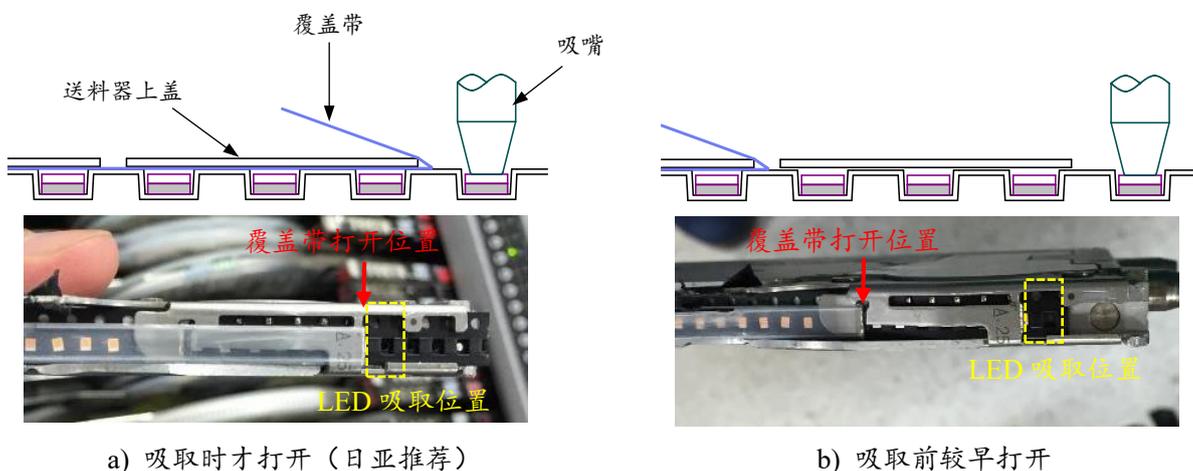


图 17. 覆盖带打开位置

5.6. 静电对策

在湿度低等容易产生静电的环境下可能因为在打开覆盖带时带电导致 LED 粘连，吸嘴吸取不良。另外如果带电量太大，还可能发生如图 18 所示的连续粘连。

以下将对静电对策进行介绍。



图 18. 静电导致的 LED 粘连

a) 湿度管理

保持适当的湿度可以有效地防止带电。如果环境湿度在 50%RH 以上，可以大幅度减少打开覆盖带时的带电量（如图 19 所示）。

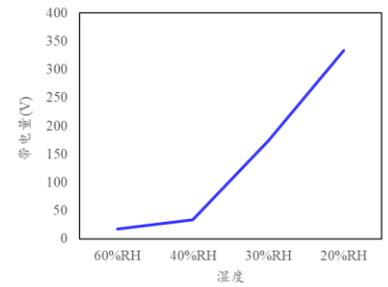


图 19. 湿度 vs. 带电量

b) 调整送料器的传送速度

放慢送料器的传送速度可能会减轻 LED 在载带口袋内的振动而防止带电（如图 20 所示）。

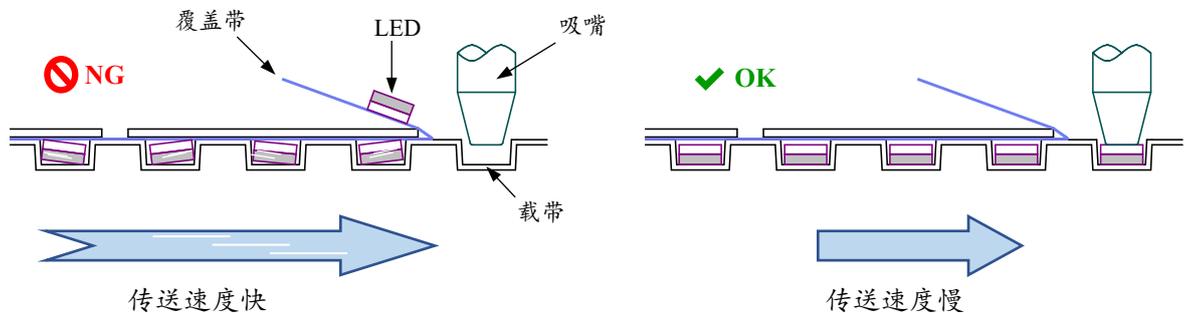


图 20. 送料器的传送速度

c) 送料器下方安装磁铁

在送料器下方安装磁铁可以防止覆盖带剥离带电导致的 LED 粘连（如图 21 所示）。关于磁铁的使用，请向贴片安装机的厂商咨询。

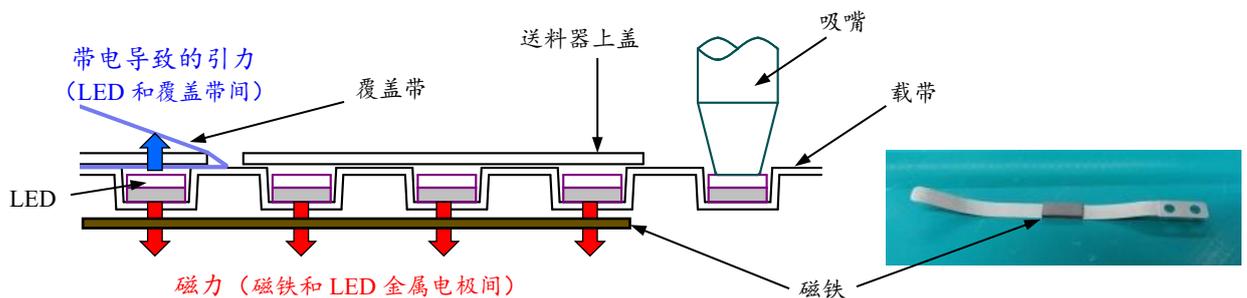


图 21. 送料器下方的磁铁

d) 调整覆盖带的打开位置

将覆盖带的打开位置调整到吸取前提早打开可以减少打开覆盖带时 LED 粘连。但是这种情况下 LED 可能会接触到送料器上盖，所以最好同时使用磁铁和减慢送料速度等防止 LED 在载带口袋内的振动。

5.7. LED 的贴放

在将 LED 贴放在电路板上时，在 LED 接触到电路板后应该再向电路板方向下压 0.2mm（如图 22 所示）。如果吸嘴的下压量不足，可能在回流焊后出现 LED 浮起。反之如果下压量过大，可能对 LED 造成过大负荷，引起发光面破损或产生锡球。

另外，吸嘴下压量和贴片速度会决定吸嘴对 LED 造成负荷的大小。负荷过大可能使 LED 发光面和外封装基板等破损，对 LED 的性能和可靠性造成不良影响。因此必须将吸嘴调整为贴片压力不超过 $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ 、最大负重不超过 5N。此外如果电路板有弯曲或变形，负荷大小也会发生变化，所以应该在实际生产之前确认吸嘴条件不会造成 LED 破损。

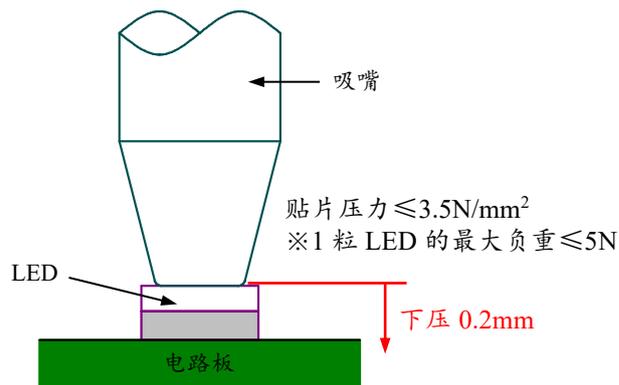


图 22. 推荐贴放高度

贴放异常的发生原因例

a) 锡膏印刷不良

锡膏量过少或印刷后的长时间放置使锡膏粘合力降低时，可能发生 LED 带回等贴放异常。

b) 吸嘴头部的附着物

如果吸嘴头部有附着物可能导致因 LED 带回而出现贴放异常。因此必须事先确认吸嘴头部是否附着有异物或污垢。

5.8. 卷带的绷紧度

因贴片安装中断等需要重新将编带卷回卷带时，不能缠绕过于紧绷（10N 以上）。否则可能发生 LED 和覆盖带粘连，或载带口袋变形引起的 LED 破损。

5.9. 吸取/贴放异常相关的核查项目

因为本应用指南中指定的 LED 都非常小且轻，容易发生吸取/贴放异常。所以日亚总结了吸取/贴放异常相关的核查表（如表 3 所示），供客户在采取相应对策时作为参考。

表 3. 吸取/贴放异常相关的核查表

检查项目		回答		说明
吸取	是否使用了电动式送料器?	有	否	最好使用电动式送料器。因为气动式送料器的振动较多, 容易因为 LED 振动导致吸取错误。
	是否设定为到吸取时才打开覆盖带?	有	否	LED 发光面发生损伤时, 应该延迟打开覆盖带的时间, 到吸取时才打开覆盖带。如果为了防止带电需要提早打开覆盖带, 可以放慢编带送料器的速度等尽量减少振动。
	是否在送料器下安装有磁铁?	有	否	安装磁铁可以改善带电和振动导致的吸取错误。
贴放	是否使用了推荐尺寸的专用吸嘴?	有	否	发生吸取、贴放错误或 LED 发光面损伤时, 应使用日亚推荐的专用吸嘴。
	是否在吸嘴头部没有附着污垢和异物?	有	否	污垢和异物的附着可能导致发生 LED 粘连在覆盖带上的贴放错误。
	是否在吸嘴头部没有毛刺、欠缺和破损?	有	否	吸嘴的毛刺、欠缺和破损可能对 LED 的发光面造成损伤。
	是否安装(贴放)速度适当?	有	否	贴放速度过快, 可能导致元件带回等贴放错误。
	是否贴片压力 $\leq 3.5\text{N}/\text{mm}^2$ 、最大负重 $\leq 5\text{N}$?	是	否	贴片速度过快会导致负重(压力)过大, 由此使 LED 发光面发生损伤。
	是否下压距离为 0.2mm?	是	否	下压距离过大会导致负重(压力)过大, 由此使 LED 发光面发生损伤。
环境	是否没有保管在高温下?	有	否	长时间的高温保管可能使 LED 粘附在覆盖带上。
	是否为了降低带电量, 有对保管、生产环境的湿度进行管理?	有	否	保持适当的湿度可以抑制静电破坏的发生和带电量。
其他	是否电路板没有弯曲或变形?	有	否	电路板的弯曲和变形过大, 可能导致 LED 不能接触到电路板, 发生贴放错误。
	是否使用推荐尺寸的网版开口?	有	否	如果锡膏量特别少, 可能导致贴放错误。
	是否锡膏量有被稳定印刷?	有	否	如果使用的网版在离版时残留在网版开口部的锡膏过多, 可能因为印刷的锡膏量太少, 发生贴放错误。
	是否锡膏发生了劣化?	有	否	长时间的印刷或使用劣化的锡膏可能导致印刷不良或锡膏的粘度降低等, 引起贴放错误。

※如果回答是“否”, 请参照说明栏中的内容采取适当的对策。

6. 回流焊



6.1. 回流焊的条件

各型号的规格书中记载了日亚推荐的回流焊条件（如图 23 所示），应在参考此条件后根据所使用的锡膏的推荐条件对回流焊条件进行调整。

使用回流焊时，最好使用氮气回流焊（O₂ 浓度<500ppm），因为空气回流焊可能导致 LED 受回流焊时的热量和环境的影响，出现光学性能低下。

回流焊不能超过 2 次。

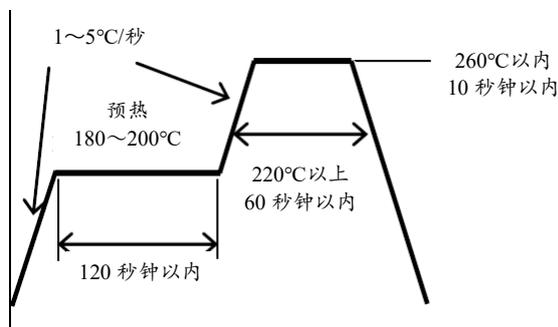


图 23. 回流焊条件（使用无铅锡膏时）

应逐渐将峰值温度降低，避免急速冷却。作为参考，可以将冷却速度设定为 1.5~2°C/秒。如果发生部材破损或焊接强度异常，应该对冷却速度进行调整。

6.1.1 回流焊温度曲线的确认方法

回流焊温度曲线分为“预热区”、“焊接区”和“冷却区”3 个区间（如图 24 所示）。以下将对各个区间的作用进行说明。

预热区

激活锡膏中的助焊剂以除去电路板表面的氧化膜等。

焊接区

让锡膏受热溶解并形成锡膏和 LED 金属电极部、锡膏和电路板焊盘部间的合金。

冷却区

冷却使合金固化完成。

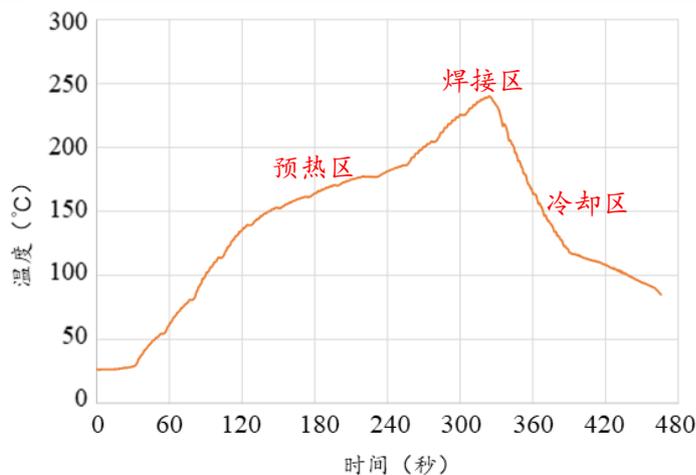


图 24. 回流焊温度曲线例

6.1.2 回流焊温度曲线的调整方法

回流焊温度曲线的调整项目及注意事项如下所示。调整项目的位置如图 25 所示。

1: 预热升温速度 (参考值: 1~5°C/秒)

升温过快— 会出现锡球、气泡增加

2: 预热温度

温度过高— 会降低锡膏的润湿性

3: 预热时间

时间过长— 会降低锡膏的润湿性

4: 焊接升温速度 (参考值: 1~5°C/秒)

升温过慢— 会降低锡膏的润湿性
升温过快— 会出现锡球、气泡增加

5: 焊接波峰温度

温度过低— 会降低锡膏的润湿性、气泡增加
温度过高— 会出现锡球、降低润湿性

6: 焊接时间

焊接时间过短— 会引起气泡增加

7: 冷却速度 (参考值: 1.5~2°C/秒)

冷却速度过快— 会导致 LED 因热冲击受损
速度过慢— 会引起焊接强度降低、贴装错位

8: 冷却温度

电路板排出时的温度过高— 会使电路板发生弯曲

※ 锡膏的润湿性降低可能使 LED 和电路板焊盘间因为接合面积减少而焊接强度降低。
气泡增加可能导致焊接强度和散热性降低。
锡球可能导致短路及绝缘不良。

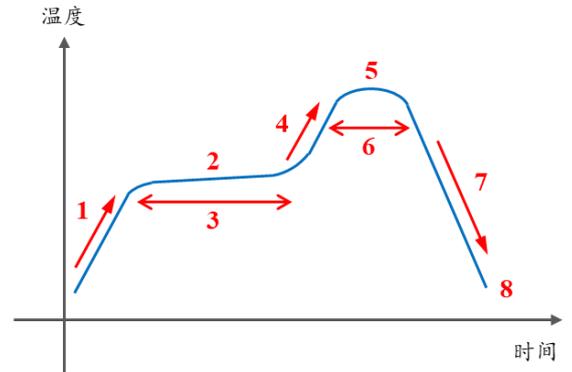


图 25. 回流焊温度曲线调整位置

6.2. 电路板托盘

在安装时可能使用托盘传送电路板 (如图 26 所示), 如果托盘出现弯曲可能引起安装不良。即使托盘最初没有发生弯曲, 在经过几十次回流焊后也可能发生弯曲。因此应该事先确认所使用的托盘在经过几十次回流焊后不会弯曲。

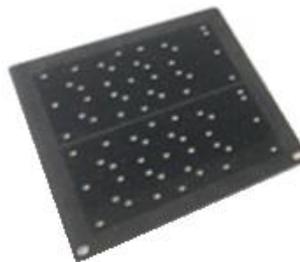


图 26. 电路板托盘例

7. 贴片安装试验

在对安装条件等进行调整后应该实施安装试验，在确认焊接状态和 LED 都没有异常后再开始生产。安装试验的确认项目例如表 4 所示。

表 4. 贴片安装试验的确认项目例

检查项目		确认事项（正常时）	异常时的推定原因
1	外观检查 (目视、图像)	LED 无破损、欠缺、剥离等	<ul style="list-style-type: none"> 吸嘴形状不适合。 贴放时吸嘴下压力过大。 吸嘴上附有毛刺、欠缺或附着物。
		无 LED 立碑	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量不足。 电路板焊盘形状、或网版的开口部形状不适合。 锡膏印刷位置、或 LED 安装位置错位。 贴放时的吸嘴下压距离不足。
		无锡球	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量过多。 回流焊温度条件不适合。 锡膏印刷位置错位。
		焊脚形状无异常	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量不适合。 电路板焊盘形状、或网版的开口部形状不适合。 回流焊温度条件不适合。
		无 LED 浮起、倾斜、位置错位及漏焊（红眼）	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量不适合。 电路板焊盘形状、或网版的开口部形状不适合。 回流焊温度条件不适合。
2	亮灯检查	无不亮	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量不足导致的开路。 锡膏量过多（锡桥等）导致的短路。 吸嘴下压力过大导致的金线断线。 (可以由 X 线检查确定)
3	X 线检查	锡膏无气泡	<ul style="list-style-type: none"> 回流焊温度条件不适合。
		无锡球	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量过多。 回流焊温度条件不适合。
		无锡桥	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量过多。
4	抗推强度检查	抗推强度正常	<ul style="list-style-type: none"> 锡膏量不足。 电路板焊盘形状、或网版的开口部形状不适合。 回流焊温度条件不适合。

在实际安装中可能因为贴片机设定值的微小差异，或锡膏、电路板、元件等材料的批量间差异，使安装状态发生变化，因此需要时常对安装后的焊接状态进行确认和管理。

另外使用焊接部外观检查系统（可以根据图像判定合格与否）等的自动检查和目视检查相比工作效率更高，还可以避免过于依赖检查人员的经验（如图 27 所示）。

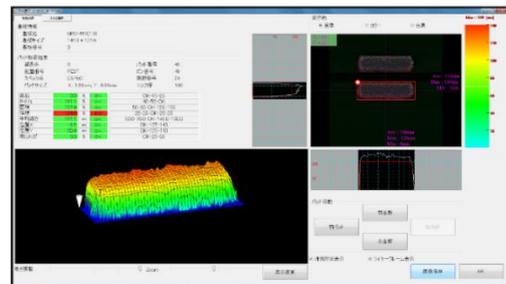


图 27. 焊接部外观自动检查系统的检查图像例

8. 检查



8.1. 亮灯检查

通过目视或图像识别系统等对所有 LED 是否正常亮灯进行检查。

8.1.1 亮灯检查时的注意点

为了避免亮灯检查时 LED 发生损伤，应该使用恒流电源，并施加适合电路板电路的电压值和微小的电流值（例如对平均每粒 LED 施加 1mA）。

另外亮灯检查时还应该避免带电接线^{※2}。否则如果电压或电流值设置不当，可能使 LED 因突入电流（如图 28 所示）瞬间受到超过绝对最大额定值^{※3}的大电流，从而发生损伤。（如图 29 所示）

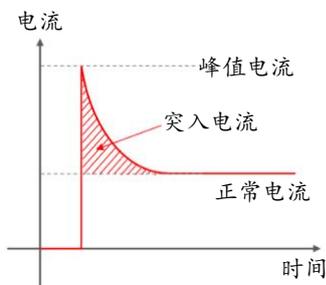


图 28. 突入电流曲线例



突入电流引起的损伤
(芯片电极)

图 29. 突入电流引起的 LED 损伤例

8.2. 电学特性检查

检查通电时是否流入了预定（设计）的电流值，以及电流相对的电压值是否适当等。

8.3. 外观检查

通过目视或图像识别检查装置检查 LED 安装位置是否有错位、浮起、锡球和 LED 破损等异常。

8.4. X 线检查

使用 X 线检查装置等确认锡膏的润湿状态以及气泡和锡球的情况等。

※2 带电接线指的是在打开电源的状态下，使用探针等对电路板施加测试电压。

※3 绝对最大额定值指的是即使瞬间也不可以超过的上限值。日亚产品的绝对最大额定值，请参照各型号规格书的内容。

9. 安装后的注意点

在 LED 安装后的操作中请注意以下事项。

- 不让安装有 LED 的电路板重叠，否则可能导致 LED 因发光部和树脂部受到电路板撞击发生破损（欠缺、裂缝等），光学特性和可靠性受到不良影响。
- 如果安装有 LED 的电路板在切割等中受力弯曲可能导致 LED 发生破裂。因此在切割电路板时应该避免手工切割而使用专用治具，以免 LED 受到过大压力。

10. 最后

在 LED 的机械安装中，可能因为操作环境、设备、部材状态等多种原因导致安装不良，引起 LED 故障。因此应该事先通过安装试验等确认没有问题后再进行安装。如果日亚推荐的条件不适合客户的实际情况，可以改变试验条件等进行多次试验，在总结规律后对各条件进行调整。

免责声明

本应用指南由日亚提供，是日亚制作及管理的技术参考资料。

在使用本应用指南时，应注意以下几点。

- 本应用指南中的内容仅供参考，日亚并不对其做任何保证。
- 本应用指南中记载的信息只是例举了本产品的代表性能和应用例，并不代表日亚对日亚及第三者的知识产权及其他权利进行保证，也不代表同意对知识产权授权。
- 关于本应用指南内容，虽然日亚有注意保证其正确性，但是日亚仍然不能对其完整性，正确性和有用性进行保证。
- 因本应用指南的利用、使用及下载等所受的损失，日亚不负任何责任。
- 本应用指南的内容可能被日亚修改，并且可能在变更前、后都不予通告。
- 本应用指南的信息的著作权及其他权利归日亚或许可日亚使用的权利人所有。未经日亚事先书面同意，禁止擅自转载、复制本应用指南的部分或所有内容等（包括更改本应用指南内容后进行转载、复制等）。